

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-30786

⑬ Int.Cl.

G 21 C 15/18

識別記号

GDP

庁内整理番号

A-7807-2G

⑭ 公開 昭和63年(1988)2月9日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 蓄圧型注水装置

⑯ 特 願 昭61-173752

⑰ 出 願 昭61(1986)7月25日

⑱ 発 明 者 隼 田 公 彦 東京都大田区田園調布4丁目28番17号

⑲ 発 明 者 有 村 隆 治 千葉県市川市南八幡2丁目21番2号215室

⑳ 出 願 人 三菱原子力工業株式会社 東京都港区芝公園2丁目4番1号

㉑ 代 理 人 弁理士 曾我 道照 外3名

明 細 書

1. 発明の名称

蓄圧型注水装置

2. 特許請求の範囲

注入水を加圧して保有する蓄圧型注水タンクと、逆止弁を有して該蓄圧型注水タンクの底部の注入水出口に接続された注入水放出配管とを備える蓄圧型注水装置において、前記蓄圧型注水タンク内に、前記注入水出口を取り囲むように、所定の高さを有する内筒を設置すると共に、該内筒の内部と外部との注入水を、前記内筒の下方部位に位置し所定の流路断面積を有する通水部で連通させたことを特徴とする蓄圧型注水装置。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は、例えば、加圧水型原子炉を有する原子力発電プラントの非常用炉心冷却設備に適用することができる蓄圧型注水装置に関するものである。以下、原子力発電プラントの非常用炉心冷却設備の蓄圧型注水装置について説明するが、当業

者なら容易に想到しうるように、本発明の蓄圧型注水装置は原子力発電プラント以外の、放水を必要とする任意のプラントに適用しうるものである。

[従来の技術]

第7図は、蒸気発生器及び一次冷却材ポンプをそれぞれ2基ずつ有する2ループ原子力発電プラントの一次冷却系を示す系統図である。加圧水型原子炉の一次冷却系設備は、原子炉容器1、蒸気発生器2、一次冷却材ポンプ3、これ等を接続する一次冷却材配管からなる一次冷却系閉ループ6、及び加圧器4で構成されている。

原子炉容器1の中の炉心10で加熱された一次冷却材は、原子炉容器1から高温側配管5を経て蒸気発生器2内のU字形伝熱管8へ搬送され、そこで該伝熱管8の周囲を流れる二次冷却材と熱交換する。そして、蒸気発生器2で冷却された一次冷却材は一次冷却材ポンプ3により水頭が付与され、低温側配管7を経て再び原子炉容器1内に戻される。

ところで、一次冷却系圧力の大巾な低下をもた

らし、非常用炉心冷却設備が作動するような事故、例えば、一次冷却系の配管等の破断事故に伴う一次冷却材喪失事故時には、配管破断箇所9からの一次冷却材の系外への流出により炉心10は一旦露出し、その後は後述する非常用炉心冷却系の作動により、即ち、蓄圧器12、低圧注入ポンプ18及び高圧注入ポンプ19による一次冷却系内への注水により、やがて炉心10は再び冠水される。

この場合、原子炉は事故発生直後に停止されるが、原子炉停止後も引き続き炉心崩壊熱を除去する必要がある。仮に炉心が十分に冷却されず長期に渡り炉心の露出状態が続く場合には、崩壊熱により炉心熔融のような最悪の事態に至ることも想定される。従って、一次冷却材喪失事故時には一次冷却系内に注入された非常用炉心冷却水を効率的に、且つ早期に炉心に供給し蓄積させることが重要である。

このため、従来の加圧水型原子力プラントの非常用炉心冷却設備は、事故発生直後に緊急且つ大量の非常用冷却水を一次冷却系ループの低温側配

二種類のポンプ18、19が設置されている理由は、ポンプヘッドは低い、比較的に大流量の低圧注入ポンプ18と、少流量ではあるが、比較的高い一次系圧力の時にも注入可能な高ヘッドの高圧注入ポンプ19とを組み合わせることで、種々の一次冷却系圧力変化にも適切な安全注入が実施できることによる。

この従来の非常用炉心冷却設備から、典型的な一次冷却材喪失事故時に、どのように一次冷却系圧力が変化し非常用炉心冷却水が注入されるかについて第6図及び第7図を参照して説明する。

通常運転中、一次冷却系は高圧に保たれているが(第6図のA)、一次冷却系の低温側配管7の破断(一次冷却材喪失事故の発生)と共に、一次冷却水が破断箇所9から噴出し、一次冷却系の圧力は急速に曲線20で示すように低下する。この間に、原子炉容器1内の水冷却材は空になるが、一次冷却系圧力が注水タンク12の保持圧力(第6図のB)以下に低下した段階で、注水タンク12からの注入水13が逆止弁15及び配管14を通り低温側配管7に

管7に注入し原子炉容器1に蓄積せしめる蓄圧系注入設備、即ち蓄圧型注水タンク又は蓄圧器12と、その後長期に渡る炉心崩壊熱による冷却材の蒸発散分を補給するための低圧注入ポンプ18と、高圧注入ポンプ19とから構成されている。

ここで、蓄圧系注水設備の注水タンク12は、第7図に示すように内部に非常用冷却水として注入水13を保有し、液面上部には加圧された窒素ガス11が封入されている。また、液相部は逆止弁15を介して配管14により低温側配管7に連通しており、一次冷却材喪失事故時には一次冷却系の圧力が注水タンク12の保持圧力(加圧封入ガスの圧力)以下に低下すると、逆止弁15が自動的に作動し注入水13を一次冷却系に多量に注入するものである。

また、注水タンク12がその注入水13を放出した後も、長期に渡り、炉心10に非常用冷却水を供給する必要があるために、大容量の水源タンク(図示せず)に保有された水を一次冷却系に注入する低圧注入ポンプ18及び高圧注入ポンプ19が設置されている。

自動的に注入される。注水タンク12からの注入流量は第6図に曲線21で示すように変化し、注入水13を放出し終わって、注入は終了する。一方で一次冷却系の圧力低下を検知し、低圧注入ポンプ18及び高圧注入ポンプ19の作動を開始し、注水を長期間継続して行う(第6図の曲線22、23)。

一度空になった原子炉容器1の下部プレナム部17がまず注水により満水になり(この段階をリフィル段階と呼ぶ)、その後ダウンカマー部18が満水となって、このダウンカマー部18の水頭により、炉心10は次第に冠水されていく(この段階を炉心再冠水段階と呼ぶ)。炉心10が冠水される速度が緩やかである原因は、冠水により、高温の原子炉炉心10で蒸気が発生し、その蒸気が一次冷却系外に放出されるのに圧力損失を生じるからである。従って、リフィル段階及び炉心再冠水段階の初期においては多量の注水を行い、できるだけ早期に下部プレナム部17、ダウンカマー部18を満水にする必要があるが、炉心再冠水段階の初期以降では、炉心冠水速度が緩やかなために、それほど多量の

注水は必要としない。

〔発明が解決しようとする問題点〕

このように従来のものには、所望の注水を行うために蓄圧型注水タンク、低圧注入ポンプ及び高圧注入ポンプという3種の装置が必要で、系統の複雑化並びにそれに伴う信頼性の低下及びコスト上昇という問題点があった。本発明は、系統を簡素化し、それに伴い信頼性の向上及びコスト低減を可能とする蓄圧型注水装置の提供を目的とするものである。

〔問題点を解決するための手段〕

この目的から本発明は、注入水を加圧して保有する蓄圧型注水タンクと、逆止弁を有して該蓄圧型注水タンクの底部の注入水出口に接続された注入水放出配管とを備える蓄圧型注水装置において、前記蓄圧型注水タンク内に、前記注入水出口を取り囲むように、所定の高さを有する内筒を設置すると共に、該内筒の内部と外部との注入水を、前記内筒の下方部位に位置し所定の流路断面積を有する通水部で連通させたことを特徴とするもので

このように、注入水放出配管を流れる注入水の流量が注入途中で低減し、蓄圧型注水装置は低速放出段階に移行することになる。この低速放出段階が従来の低速注入ポンプを代用することになる。

〔実施例〕

次に、本発明の好適な実施例について添付図面を参照して詳細に説明するが、図中、同一符号は同一又は対応部分を示すものとする。

第1図は、蒸気発生器及び一次冷却材ポンプをそれぞれ2基ずつ有する2ループプラントの一次冷却系に実施された本発明を示しており、加圧水型原子炉の一次冷却系設備は、従来同様に原子炉容器1、蒸気発生器2、一次冷却材ポンプ3、これ等を接続する一次冷却材配管からなる一次冷却系閉ループ6、及び加圧器4で構成されている。

原子炉容器1内の炉心10で加熱された一次冷却材は、原子炉容器1から高温側配管5を経て蒸気発生器2内のU字形伝熱管8へ搬送され、そこで該伝熱管8の周囲を流れる二次冷却材に熱交換する。そして、蒸気発生器2で冷却された一次冷却

ある。

〔作用〕

例えば一次冷却系の冷却材喪失事故により、一次冷却系の内圧が逆止弁の作動圧力以下に低下すると、逆止弁が自動的に開弁して、注水タンク内の注入水は注入水放出配管を介して一次冷却系に注入される。この注入開始初期には、通水部の絞り作用のため主に内筒内部の注入水が、また、多少の内筒外部の注入水が注入水出口から注入水放出配管を経て一次冷却系に高速注入される。

従って、内筒の内部及び外部においては、注入水の注入量の差により液面レベルにも差がでてくる。そのため、高速注入がしばらく継続しても注入量の差により内筒外部の液面は、まだ比較的高位置にある。その結果、内筒内部の注入水の残量が少なくなりその注入量が減少すると、注入は、内筒の下方部位にある通水部を通しての内筒外部からの流れが主体となる。この流れは、内筒内部から直接注入水出口に向かう流れが高速注入であるのに対して比較的に低流量である。

材は一次冷却材ポンプ3により水頭が付与され、低温側配管7を経て再び原子炉容器1内に供給される。蒸気発生器2では、放射性物質を含まない二次冷却系の水冷却材が蒸気に変換され、図示しないタービン系へ供給される。

この一次冷却系設備に接続される非常用炉心冷却設備は、事故発生直後に緊急且つ大量の非常用冷却水を一次冷却系ループの低温側配管7に注入し原子炉容器1に蓄積せしめる蓄圧型注水タンク12と、高圧注入ポンプ19とから構成されている。注水タンク12は内部に非常用冷却水として注入水13を保有し、液面上部には加圧された窒素ガス11が封入されている。また、液相部は逆止弁15を介して注入水放出配管14により低温側配管7に連通しており、該配管14に、前述した高圧注入ポンプ19とその付属弁装置とを有する配管14aが接続されている。

本発明によれば、従来の低圧注入ポンプ及びその付属弁装置(第7図参照)を不要とすべく、注水タンク12内には、複数のフローホール(通水部)27

を下部に有する所定直径及び長さの内筒24が、配管14に連通する注入水出口12aを囲繞するように設置されており、逆止弁15が開いて注水タンク12内の注入水が配管14を経由して放出され一次冷却系に注入される場合、この内筒24の作用によって、注入流量を途中で減少させ且つ注入継続時間を延ばすようになっている。

即ち、内筒24が設置されているために、注水タンク12内の注入水は、内筒24内の高速注入用保有水13aと、内筒24外の低速注入用保有水13bとに分けられ、また、内筒下部にフローホール27が設けられているために、保有水13a及び13bはフローホール27を介して連通している。内筒24内を下降する流量と、フローホール27を通る流量との比率は、フローホール27の総流路断面積によって定まるので、所望の流路特性に従ってフローホール27の大きさを選定する。実施例ではこのフローホール27は実質的に円形の流孔であるが、勿論、楕円、スリットのような円形以外の任意の形状でもよく、また、注水タンク12の底面と内筒24の下縁との間

配管14を経て一次冷却系に高速注入される。従って、保有水13a及び13bの注入量の差により液面レベルにも符号30a及び30bで示すように差がでてくる。

この高速注入がしばらく継続しても、上述した注入量の差により内筒24の外部の液面30bは、第4図に示すようにまだ比較的高位置にある。そのため、保有水13aの残量が少なくなりその注入量が減少すると、注入は、第5図から瞭解されるように内筒下部のフローホール27を通しての保有水13bの流れ29が主体となる。この流れ29は、流れ28が高速注入であるのに対して比較的に低流量である。

第4図において、注水タンク12の内筒24内に常に液面30aが存在するようにフローホール27の大きさ及び内筒24の高さを調節することにより、内部の空素ガス11の抜けが防止される。ここで、内筒内部の液面30aとフローホール27との間のレベル差をh、注水タンク内圧をP、保有水の比重を γ 、フローホール27からの流れ29により発生する

に存在する隙間の形態でもよい。

このような内筒24を内蔵した注水タンク12を有する非常用炉心冷却設備について、第1図～第5図を参照しながら、例えば一次冷却材配管が破断し、一次冷却材の喪失事故が発生した場合の挙動を説明する。第2図～第5図は上述した非常用炉心冷却設備の諸段階の作動状況を説明する概要図であり、第2図は一次冷却系の圧力が蓄圧型注水タンク12に連通した逆止弁15(第1図)の作動圧力より高い通常時もしくは注入開始前の状態を示している。この状態では、注水タンク12内の液面30は内筒24のほぼ上縁のレベルに留まっている。

一次冷却系の低温側配管7に破断箇所9が発生し、冷却材の喪失により一次冷却系圧力が低下して行くと、従来同様に逆止弁15が作動して、第3図に示すように自動的に注入が開始される。この注入開始初期の段階においては、フローホール27の絞り作用のため矢印28で示すように主に内筒24内の保有水13aが、また、矢印29で示すように内筒24外の多少の保有水13bが注入水出口12a及び

圧力損失を ΔP_L とすると、フローホール27のレベルでの圧力 P_F は、液面30aがフローホール27からHの高さに存在すれば、次式で表される。

$$P_F = P + \gamma \cdot h - \Delta P_L = P + \gamma \cdot H \quad \dots (1)$$

Hが常に正であれば液面30aは常に存在することになる。そのためには、

$$\gamma \cdot h - \Delta P_L > 0 \quad \dots (2)$$

であればよい。(2)式を満たすように ΔP_L 、つまりフローホール27の穴径及びレベル差h(即ち、タンク高さ)を選択すればよい。これにより、注入途中で流れが大流量から小流量に変化する蓄圧型注水タンクが形成される。

第6図は、上述した蓄圧型注水タンクからの注入特性(点線34)を従来方式と比較して示している。第6図において、一次冷却材喪失事故の発生と共に、一次冷却系圧力は曲線20で示すように値Aから急速に低下し、注水タンク12の作動圧力Bに達すると、注入が開始される。その後、従来の非常用炉心冷却系の場合には曲線21で示すように注水は時間Cで早期に終了するのに対し、本発明に従

つて内筒付き注水タンク12を備えた非常用炉心冷却設備にあっては、時間Cに至る前に、注水タンク12からの注入流量が大流量から小流量に切り替わり、曲線34で示すように注入流量が400T/h程度まで減少し、しかも注入終了が時点Dまで延長する。このように、時点C～D間の曲線34の部分における注入は、第6図の曲線22と比較すると、従来の低圧注入ポンプ18(第7図)による注入を兼ねていることが分かる。尚、高圧注入ポンプ19からの注入は曲線23で示すように従来と同様でよい。

【発明の効果】

以上のように、本発明による蓄圧型注水装置を使用すれば、注入水の流出流量が注水途中で減少し且つ注水時間が延長するので、従来の非常用炉心冷却設備に不可欠であった低圧注入ポンプを省略することが可能となり、その分だけ系統が簡素化され、高信頼度を得られ、且つ低コスト化が実現される。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明による蓄圧型注水装置を有す

る非常用炉心冷却設備を備えた原子炉一次冷却系の概要図、第2図～第5図は本発明による蓄圧型注水装置の種々の作動段階を説明する略図であり、第2図は注入開始前の状態を示す概略図、第3図は高速注入段階での概略図、第4図は高速注入→低速注入移行時の概略図、第5図は低速注入段階での概略図である。第6図は、加圧水型原子炉一次冷却材喪失事故時に、本発明の蓄圧型注水装置から一次冷却系へ注入される流量特性を従来の場合と比較して示す曲線図、第7図は、従来の蓄圧型注水装置を有する非常用炉心冷却設備を備えた原子炉一次冷却系の概要図である。

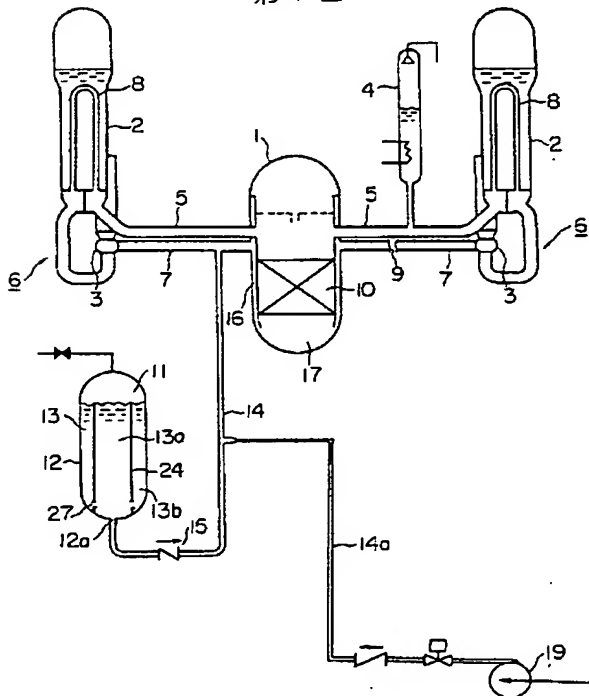
- 12 … 蓄圧型注水タンク 12a … 注入水出口
- 13 … 注入水 14 … 注入水放出配管
- 13a … 内筒内部の注入水(保有水)
- 13b … 内筒外部の注入水(保有水)
- 15 … 逆止弁 24 … 内筒
- 27 … 通水部(フローホール)

特許出願人代理人

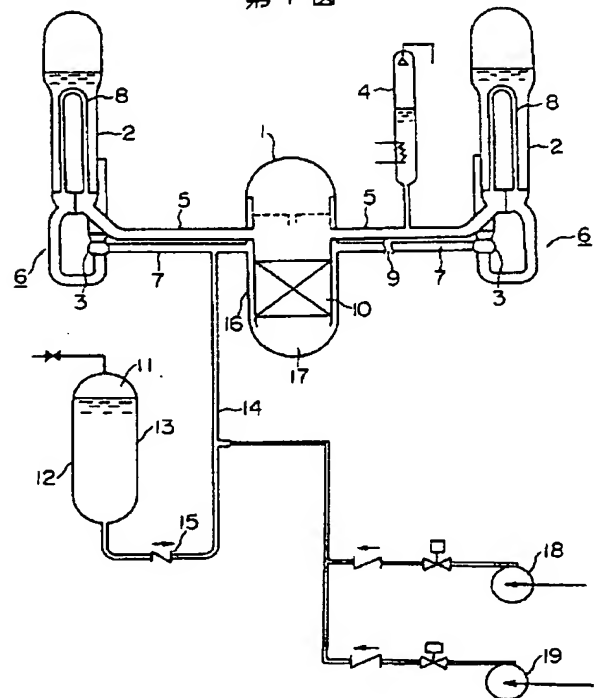
曾我道昭



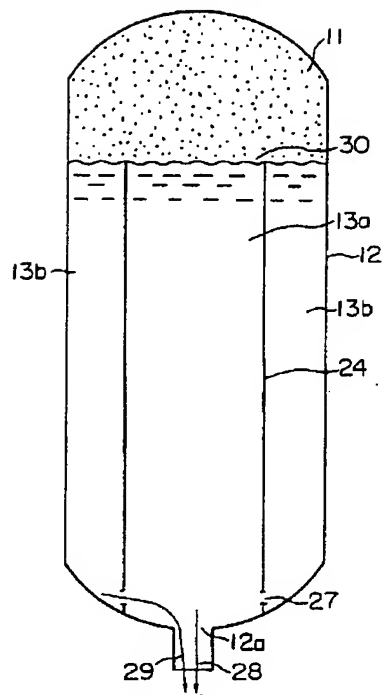
第1図



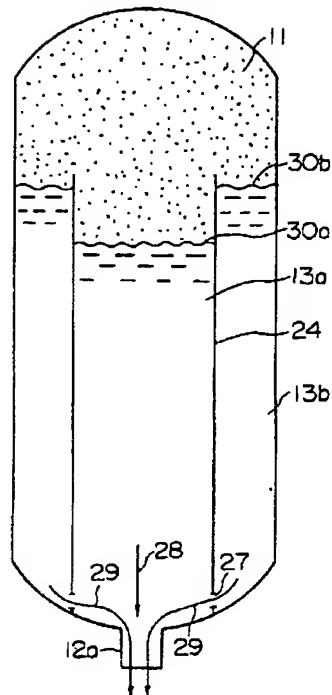
第7図



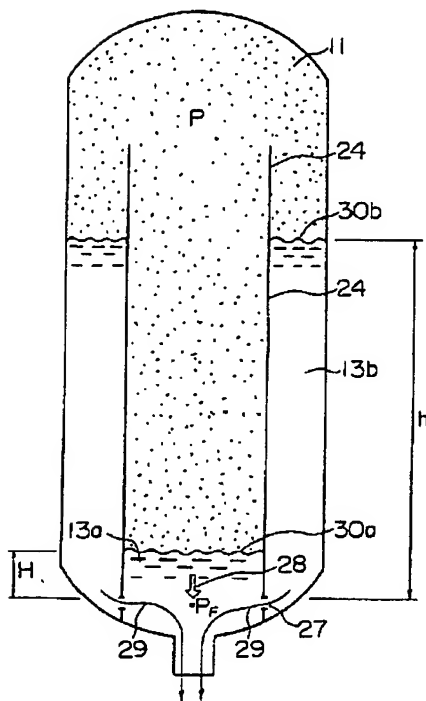
第2図



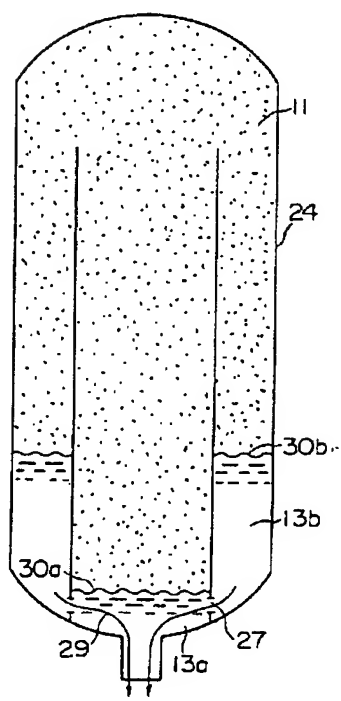
第3図



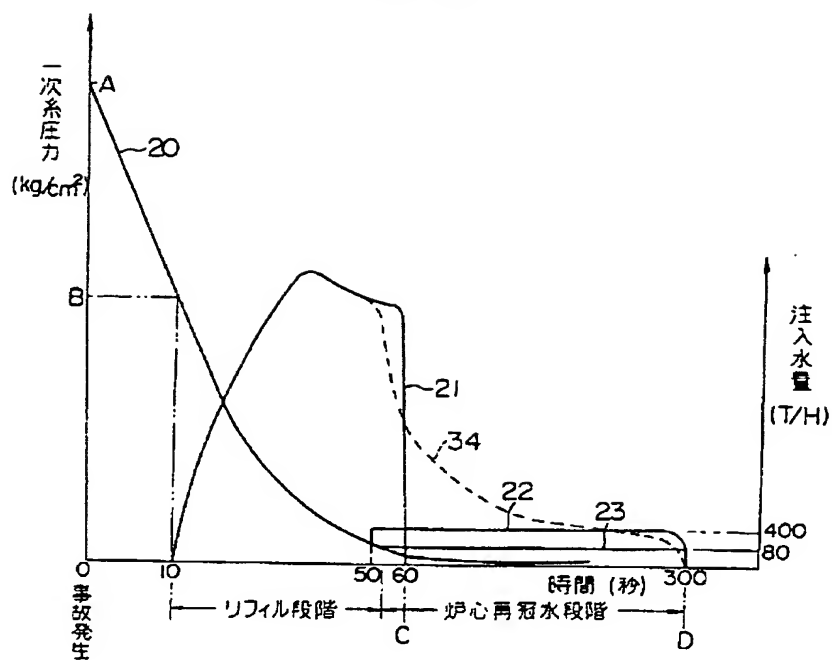
第4図



第5図



第6図



THIS PAGE BLANK (USP)

PRESSURE ACCUMULATION TYPE WATER INJECTOR

Patent number: JP63030786
Publication date: 1988-02-09
Inventor: HAYATA KIMIHIKO; ARIMURA TAKAHARU
Applicant: MITSUBISHI ATOMIC POWER IND
Classification:
- international: G21C15/18; G21C15/18; (IPC1-7): G21C15/18
- european:
Application number: JP19860173752 19860725
Priority number(s): JP19860173752 19860725

Report a data error here

Abstract not available for JP63030786

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Docket # 62 98 P8510D

Patent App. # 6,895,068

Patent Applicant: Hartel, et al.

Lerner Greenberg Steiner LLP
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101